Zur Ökologie des Skabiosen-Scheckenfalters *Euphydryas aurinia* (ROTTEMBURG, 1775) (Lepidoptera: Nymphalidae)

Klaus FISCHER

Dipl.-Biol. Klaus FISCHER, An der Hofwiese 6, D-56457 Westerburg

Zusammenfassung: Im Westerwald (Westdeutschland) wurde eine Population des Skabiosen-Scheckenfalters (*Euphydryas aurinia*) mit einer Fang-Wiederfang-Analyse untersucht. Anteil und Wiederfangrate der Männchen lagen deutlich über denen der Weibchen. Die Größe der Population wird auf nur etwa 200 Individuen geschätzt, die Abundanz beträgt ca. 32/ha. Die Art wird als relativ standorttreu mit mittlerem Aktionsradius eingestuft. Im Untersuchungsgebiet werden als Habitat vor allem niedrigwüchsige Borstgrasrasen und Calthion-Bestände (*Deschampsia-cespitosa-Polygonum-bistorta*-Gesellschaft) bevorzugt. Im Westerwald sind nur noch drei Populationen bekannt, von denen zwei durch Aufforstung vor dem Aussterben stehen. Umfassende Schutzmaßnahmen sind dringend erforderlich.

On the ecology of the checkerspot butterfly *Euphydryas aurinia* (ROTTEMBURG, 1775) (Lepidoptera: Nymphalidae)

Abstract: Mark-release-recapture techniques were used to study a population of the endangered butterfly *Euphydryas aurinia* in western Germany. Males were more abundant than females and the probability of recapture was higher. The adult population size is estimated at 200 individuals, the density at 32/hectare. The species is supposed to be quite sedentary. Unimproved grassland (Polygalo-Nardetum, *Deschampsia cespitosa/Polygonum bistorta* association) is the preferred habitat in the study area. At present there are only three known populations left in the Westerwald area. Two of them are endangered due to afforestation. Conservation measures are seriously needed.

Einleitung

Wohl nur wenige andere Tagfalterarten mußten in den vergangenen Jahrzehnten bundesweit derart gravierende Bestandsrückgänge hinnehmen wie der Scheckenfalter *Euphydryas aurinia* (vergleiche BROCKMANN 1989, EBERT & RENNWALD 1991). Die Beschränkung der Art auf historisch genutzte extensive Grünlandbiotope wurde ihr im Zuge einer fast flächendeckenden landwirtschaftlichen Nutzungsintensivierung zum Verhängnis. Sie gilt derzeit in Deutschland wie auch in Europa als gefährdet

(HEATH 1981, PRETSCHER 1984). Zur Ermittlung schutzrelevanter Grundlagendaten wurde eine Fang-Wiederfang-Analyse durchgeführt.

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Naturraum Westerwälder Basalthochfläche (Hoher Westerwald, nördliches Rheinland-Pfalz) ca. 1 km nördlich der Ortschaft Bretthausen in einer Höhenlage von 580 m ü. NN. Es handelt sich um die ehemalige Viehweide dieser Gemeinde. Nach der Einstellung der Nutzung als Huteweide (letzter Weidegang 1962: WEDRA 1983) wurde die Fläche entwässert und überwiegend mit Fichten erstaufgeforstet. Zwischen den Aufforstungen liegen ca. 10 m breite Schneisen. Angrenzende Bereiche werden als Standweide genutzt, kleinere liegen brach. Die Vegetation (außerhalb der Aufforstungsflächen) setzt sich überwiegend aus Borstgrasrasen (Polygalo-Nardetum), Feuchtwiesenbrachen (Calthion), Braunseggen-Sümpfen (Caricion fuscae) und Rotschwingelweiden (Festuco-Cynosuretum) zusammen.

Klimatisch ist das Untersuchungsgebiet dem ozeanischen kühl-feuchten Berglandklima zuzuordnen (Jahresniederschlag > 1000 mm, Jahresdurchschnittstemperatur 6° C; SABEL & FISCHER 1992). Klimaxböden der Basaltdecke des Westerwaldes sind Braun- und Parabraunerden. In den flachwelligen, vernäßten Mulden des Untersuchungsgebietes dürften Pseudo- und Anmoorgleye anzutreffen sein.

Während *Euphydryas aurinia* noch bis etwa 1960 im Westerwald weit verbreitet war, zog sich die Art in den folgenden Jahren mehr und mehr in die Hochlagen zurück (FASEL 1982). An den meisten der ehemals bekannten Flugorte konnte sie schon seit Jahren nicht mehr nachgewiesen werden (vergleiche MfU & LfUG 1993). Außer der hier betrachteten Population sind aktuell im Westerwald nur noch zwei (drei) weitere bekannt (eigene Beobachtungen): NSG Fuchskaute (siehe auch FASEL 1988), Borstgrasrasen südlich Liebenscheid, Liebenscheider Viehweide (hier nur Einzelexemplare, die vermutlich im Zusammenhang mit der unmittelbar benachbarten hier behandelten Population zu sehen sind). Die Vorkommen bei Rabenscheid (FASEL 1982) und Norken (Nachweis von 1989, MfU & LfUG 1993) konnten durch den Verfasser in den letzten Jahren bei allerdings nur stichprobenartigen Kontrollen nicht mehr bestätigt werden.

Material und Methoden

Zur Ermittlung populationsökologischer Parameter wurde eine Fang-Wiederfang-Analyse durchgeführt. Hierzu wurde das Untersuchungsgebiet während des Untersuchungszeitraumes (22. VI. bis 15. VII. 1995) täglich systematisch nach Faltern der Art abgesucht. Die vorgefundenen Individuen von *Euphydryas aurinia* wurden mit Hilfe eines Netzes gefangen und (sofern noch nicht geschehen) individuell markiert. Hierzu wurden den Faltern Nummern auf eine der Hinterflügelunterseiten aufgetragen (verwendete Stifte: wasserfeste Folienschreiber). Anschließend wurden die Tiere an der Fundstelle wieder freigelassen. Zu jedem Fang/Wiederfang wurden folgende Parameter protokolliert: Datum, Nummer, Erst- oder Wiederfang, Geschlecht, Fundort, Vegetationshöhe, Verhalten sowie gegebenenfalls die Nektarpflanze. Die Fundorte wurden aus Praktikabilitätsgründen Rastern zugeordnet (Kantenlänge 50 Meter), in die das Untersuchungsgebiet unterteilt war. Die Angaben zur Mobilität beruhen auf den jeweiligen Rasterangaben der Fänge und Wiederfänge eines Individuums, wobei die kürzeste Verbindung zwischen den Mittelpunkten der betreffenden Rasterfelder ermittelt wurde. Es handelt sich daher um Aktionsdistanzen, die keinen Aufschluß über den tatsächlichen Flugweg geben.

Die „Minimal Number Alive" wird errechnet, indem man zu den an einem Tag gefangenen Tieren noch jene addiert, die zuvor markiert und zu einem späteren Zeitpunkt wiedergefangen wurden, aber nicht in der Stichprobe des jeweiligen Tages enthalten sind (s. BLOWER et al. 1981). Es wurden drei verschiedene Abundanzwerte berechnet: 1. Absolute Abundanz (Berechnung unter Verwendung aller während des Untersuchungszeitraumes im Untersuchungsgebiet markierten Individuen), 2. Maximale Beobachtungsabundanz (Berechnung unter Verwendung des Tages mit der höchsten Anzahl beobachteter Individuen), 3. Abundanz unter Berücksichtigung der Gesamtpopulationsgröße. Als Fläche wurde die Summe aller belegten Rasterfelder im Untersuchungszeitraum (für 1. und 3.) beziehungsweise am betreffenden Tag (2.) zugrunde gelegt. Die Ermittlung der Aktionsräume erfolgte nach der Methode des minimalen konvexen Polygons (SOUTHWOOD 1976).

Ergebnisse

Fangergebnisse

Im Rahmen der Untersuchung wurden 97 Individuen (73 ♂♂, 24 ♀♀) von *Euphydryas aurinia* markiert, was zusammen mit 96 Wiederfängen (83 ♂♂, 13 ♀♀) insgesamt 193 Beobachtungen ergibt. Das Geschlechterverhältnis der markierten ♂♂ : ♀♀ beträgt 3:1. Innerhalb der Wiederfänge ergeben sich deutliche Verschiebungen zugunsten der ♂♂. Es wurde eine Wiederfangrate (berechnet in % der markierten Individuen) von 46,4 % erreicht, wobei die der ♂♂ (53,4 %) deutlich höher als die der ♀♀ (25,0 %) lag. ♂♂ wie ♀♀ wurden maximal fünfmal wiedergefangen (Abb. 1). Im Untersuchungsgebiet wurden Falter von *Euphydryas aurinia* zwischen dem 22. VI. und 12. VII. festgestellt. Das Maximum der Beobachtungszahl wurde am 27. VI. mit 34 Individuen erreicht.

Das höchste beobachtete Alter (Mindestlebensspanne, definiert als Abstand zwischen Erst- und Letztbeobachtung) liegt bei den ♂♂ bei 13, bei den ♀♀ bei 12 Tagen (Abb. 2). Die durchschnittliche Mindestlebensspanne beträgt 5,1 Tage ohne Unterschied zwischen den Geschlechtern.

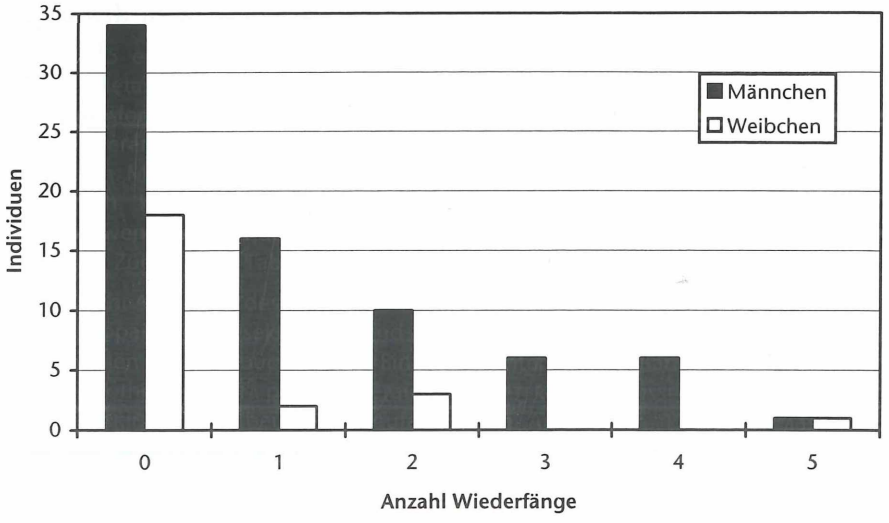

Abb. 1: Wiederfanghäufigkeiten von *Euphydryas aurinia,* nach Geschlechtern getrennt (n = 97). — **Fig. 1:** Recapture numbers of ♂♂ and ♀♀ of *Euphydryas aurinia* (n = 97).

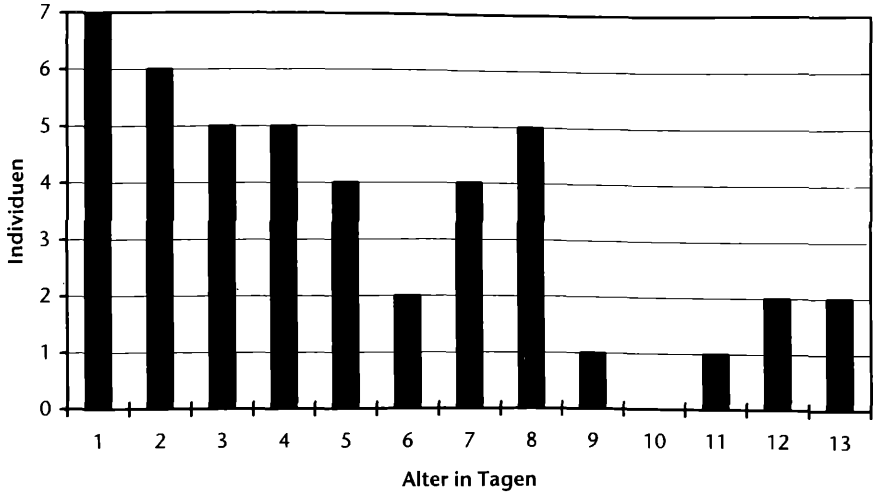

Abb. 2: Mindestlebensspannen von *Euphydryas aurinia* (n = 44). — **Fig. 2:** Minimal residence time of *Euphydryas aurinia* (n = 44).

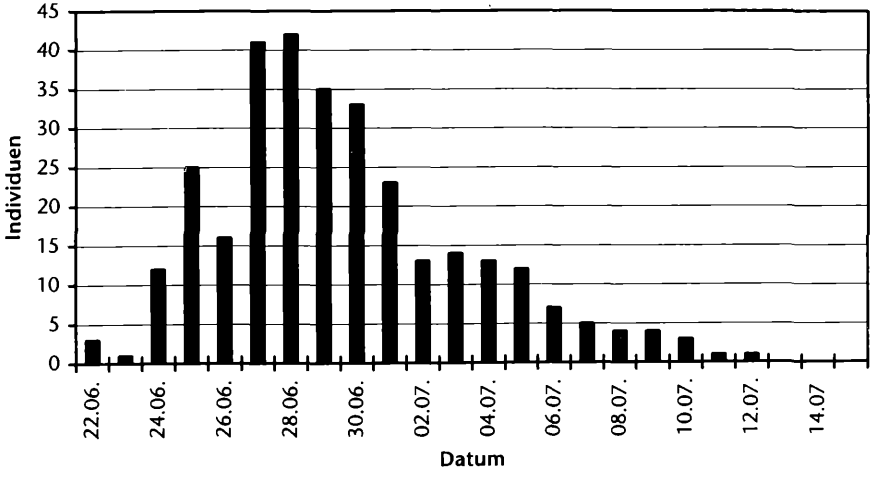

Abb. 3: „Minimal Number Alive" von *Euphydryas aurinia* 1995. — **Fig. 3:** "Minimal Number Alive" of *Euphydryas aurinia* 1995.

„Minimal Number Alive", Populationsgröße und Abundanzen

Durch die Berechnung der „Minimal Number Alive" können witterungsbedingte Beobachtungslücken mehr oder weniger gut geschlossen werden (Abb. 3). Der höchste Wert wurde für den 28. VI. mit 42 Individuen errechnet. Die Gesamtpopulationsgröße wurde durch Division der markierten Individuen durch die Wiederfangrate grob geschätzt (209 Individuen). Die durch dieses Verfahren erhaltenen Werte liegen in der Regel etwas über exakt berechneten (z. B. nach WATT et al. 1977, MATSUMOTO 1984, KOCKELKE et al. 1994). Eine Berechnung nach letzteren Methoden war aufgrund der unzureichenden Datenlage nicht möglich. Die Gesamtpopulationsgröße wird auf ca. 200 Individuen geschätzt. Die daraus resultierende Abundanz beträgt etwa 32/ha (absolute Abundanz 16/ha, maximale Beobachtungsabundanz 9/ha).

Mobilität und Mindestaktionsräume

Die meisten Individuen (90,6 %) legten geringe bis mittlere Entfernungen von bis zu 150 m zurück (Abb. 4). Der Durchschnitt liegt bei 61,4 m (Median 50 m). Die ♀♀ legten durchschnittlich größere Entfernungen

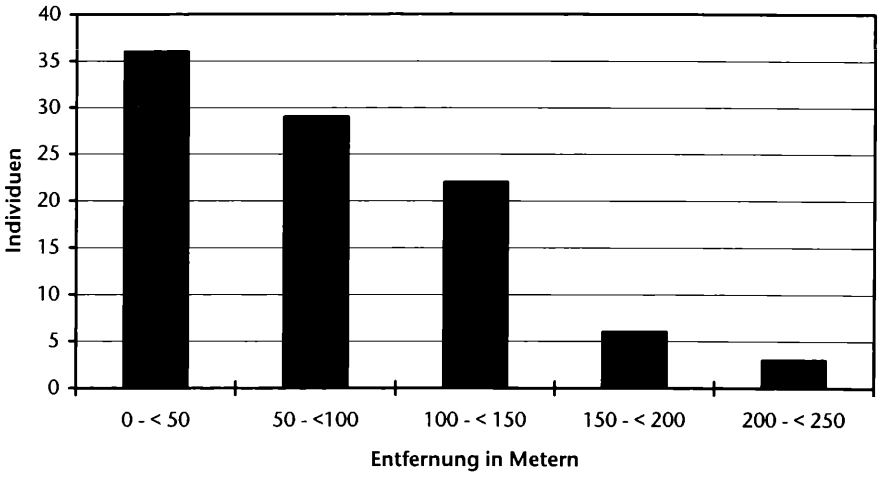

Abb. 4: Verteilung der zurückgelegten Distanzen von *Euphydryas aurinia* auf Entfernungsklassen (n = 96). — **Fig. 4:** Distribution of the registrated distance movements of *Euphydryas aurinia* (n = 96).

(67,3 m) als die ♂♂ (61,4 m) zurück. Die größte ermittelte Distanz zwischen Fang- und Wiederfangpunkt beträgt 250 m (♂). Die aufgrund der begrenzten Größe des Untersuchungsgebietes maximal dokumentierbare Entfernung wäre 450 m gewesen. Die Mindestaktionsräume liegen bei durchschnittlich 3123 m² (Median 1875 m²; N = 14).

Summiert man die jeweils von einem Individuum zurückgelegten Einzelentfernungen (bei Mehrfachwiederfängen), so verschieben sich die Distanzen naturgemäß zu höheren Werten (Abb. 5). Der Durchschnittswert steigt auf 160,4 m (Median 100 m), die Maximaldistanz auf 430 m.

Habitatpräferenzen

Die Art fliegt im Gebiet hauptsächlich auf den Schneisen zwischen den Aufforstungen. Die Vegetation ist pflanzensoziologisch überwiegend den Assoziationen Polygalo-Nardetum, *Deschampsia-cespitosa-Polygonum-bistorta*-Gesellschaft, Festuco-Cynosuretum und dem Juncetum acutiflori zuzuordnen. Bevorzugt wurden vor allem wechselfeuchte Borstgrasrasen (Beispiel siehe Tab. 1) sowie blütenreiche Bestände des Calthions.

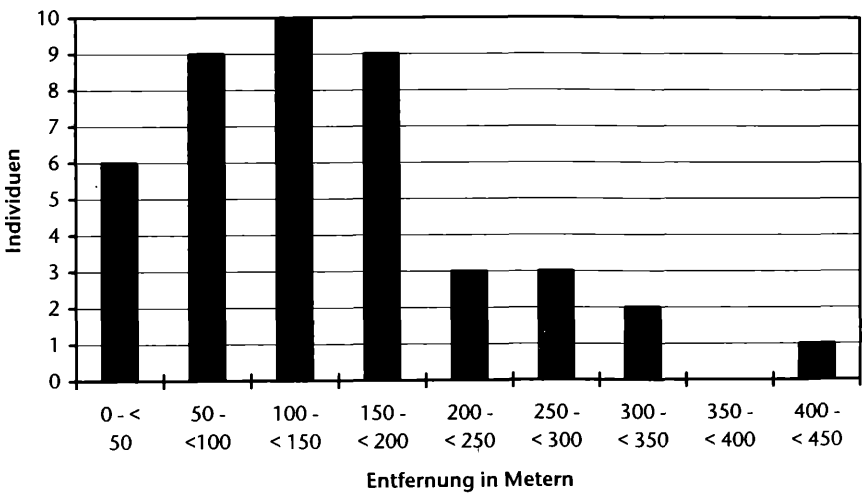

Abb. 5: Verteilung der aufsummierten Einzelentfernungen (bei Mehrfachwiederfängen) von *Euphydryas aurinia* auf Entfernungsklassen (n = 43). — **Fig. 5:** Distribution of added distance movements (for multiple recaptures) of *Euphydryas aurinia* (n = 43).

Tabelle 1: Polygalo-Nardetum (Vegetationsaufnahme nach BRAUN-BLANQUET).
Datum: 8. VII. 1995, Größe: 25 m², Höhe über NN: 577,5 m

Kennart der Assoziation und des Verbandes:			
Arnica montana	1		
Nardetalia-OC:		aus dem Molinio-Arrhenatheretea übergreifend:	
Galium harcynicum	2m	*Deschampsia cespitosa*	1
Hypericum maculatum	1	*Festuca rubra* agg.	1
Nardus stricta	1	*Holcus lanatus*	1
		Polygonum bistorta	1
Nardo-Callunetea-KC:		*Succisa pratensis*	1
Potentilla erecta	1	*Knautia arvensis*	+
Danthonia decumbens	+	*Poa pratensis*	+
Luzula campestris	+	*Rumex acetosa*	+
Veronica officinalis	+	*Sanguisorba officinalis*	+
sonstige Begleiter:			
Agrostis capillaris	+	*Festuca ovina* agg.	+

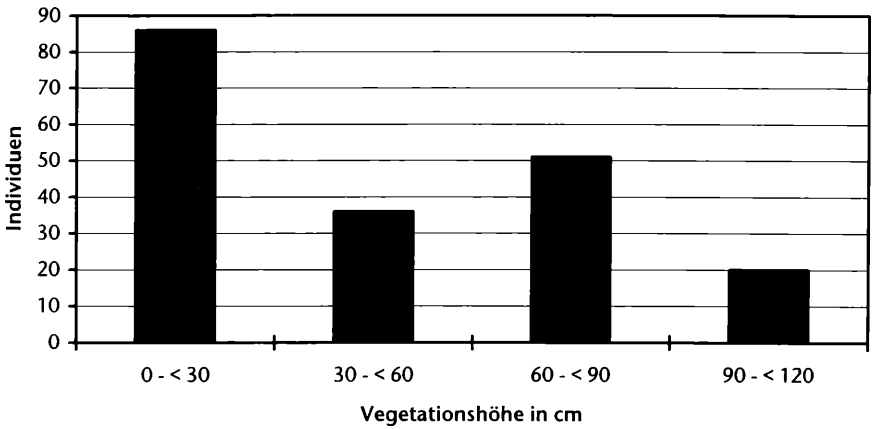

Abb. 6: Verteilung der Fundorte von *Euphydryas aurinia* auf Vegetationshöhen in Klassen (n = 193). — **Fig. 6:** Distribution of *Euphydryas aurinia* in relation to different vegetation-heights (n = 193).

Der Schwerpunkt der Funde gelang bei niedrigen Vegetationshöhen (Abb. 6). Die Beobachtungen in höherer Vegetation sind überwiegend in Zusammenhang mit Blütenbesuchen zu sehen. Neun Pflanzenarten konnten im Untersuchungsgebiet als Nektarquellen nachgewiesen werden (Abb. 7). Dominierende Art war *Polygonum bistorta*, gefolgt von *Ranunculus repens* und *R. acris*. Die restlichen Arten spielten eine eher untergeordnete Rolle.

Vergesellschaftung

Zusammen mit *Euphydryas aurinia* wurden im Untersuchungsgebiet 33 Tagfalterarten nachgewiesen. Besonders erwähnenswert sind die Vorkommen von *Brenthis ino, Clossiana selene, Lycaena helle, Lycaena hippothoe, Lycaena virgaureae* und *Glaucopsyche (Maculinea) nausithous*.

Diskussion

Fangergebnisse

Der festgestellte Männchenüberschuß entspricht den Ergebnissen von Untersuchungen an verwandten Arten (z. B. Brown & Ehrlich 1980, Ehrlich 1965, 1984, Ehrlich et al. 1984). Da das Geschlechterverhältnis in Zuchten in der Regel ausgeglichen ist, werden die Unterschiede auf ein

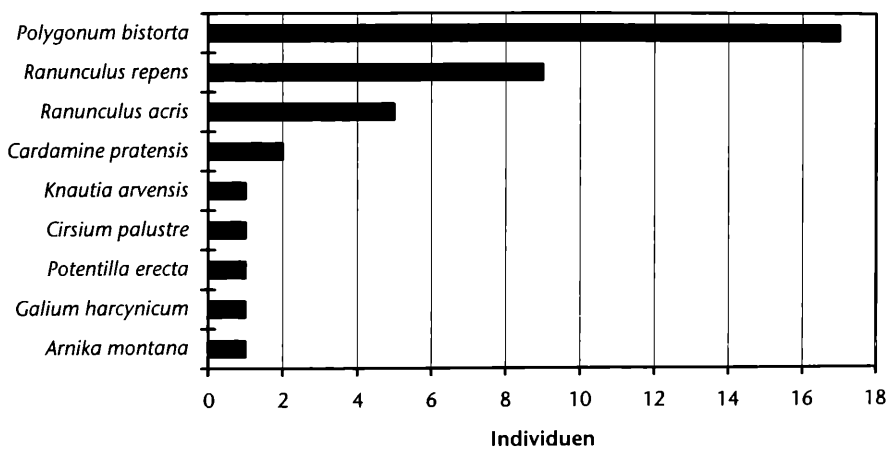

Abb. 7: Verteilung der Saugbeobachtungen von *Euphydryas aurinia* auf Nektarpflanzenarten (n = 38). — **Fig. 7:** Distribution of feeding events of *Euphydryas aurinia* on nectar plant species (n = 38).

unauffälligeres, weniger aktives Verhalten (Brown & Ehrlich 1980, Ehrlich 1965) beziehungsweise auf eine höhere Larval- und eventuell auch Imaginalmortalität sowie höhere Emigrationsraten bei den ♀♀ zurückgeführt (Ehrlich et al. 1984). Die geringere Wiederfangwahrscheinlichkeit der ♀♀ deutet auf einen Einfluß der Standorttreue hin, während es keinen Hinweis auf unterschiedliche Imaginalmortalitätsraten gibt (gleiche durchschnittliche Mindestlebensspannen). Für *Melitaea cinxia* sind höhere Emigrationsraten der ♀♀ belegt (Hanski et al. 1994). Die insgesamt recht hohe Wiederfangrate von 46,4 % weist die Art als relativ standorttreu aus.

Die Flugzeit der einbrütigen Art dauert meist von Mitte Mai bis Ende Juni (z. B. Ebert & Rennwald 1991). Aufgrund des späten Untersuchungsbeginns konnte nicht die gesamte Phänologie erfaßt werden. Der starke Anstieg der Individuenzahlen zu Beginn der Untersuchung (Abb. 3) ist auf zunächst suboptimale Witterungsbedingungen zurückzuführen.

Populationsgrößen und Abundanzen

Die ermittelte Gesamtpopulationsgröße von ca. 200 Individuen ist vergleichsweise klein, wobei allerdings extrem starke jahrweise Schwankungen berücksichtigt werden müssen (Ford & Ford 1930, Stamm 1981; siehe auch Brown & Ehrlich 1980, Ehrlich 1965, Warren 1987 b). Für die Fluktuationen scheint die Larvalmortalität in Abhängigkeit von unterschiedlich hohen Parasitierungsraten durch Braconiden verantwortlich zu sein (Ford & Ford 1930), eventuell auch die Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen (vergleiche Templado 1975, Ehrlich 1984) und ungünstige Witterungsbedingungen (Uffeln 1908). In diesem Zusammenhang schwanken auch die Abundanzen beträchtlich. Die Art tritt meist in mittleren bis geringeren Dichten auf (hier 32 Individuen pro ha; siehe auch Bergmann 1952); sehr hohe Individuendichten (Weidemann 1995), wie von stenöken Lycaeniden bekannt (Scott 1975, Fischer 1996), sind eher die Ausnahme.

Mobilität

Die Mobilität verwandter Arten wird in der Literatur kontrovers beurteilt. Als typisch wird eine hohe Ortstreue und Vorkommen in räumlich eng begrenzten Populationen mit unabhängiger Dynamik und geringem Austausch untereinander selbst bei fehlenden Barrieren beschrieben (Brown & Ehrlich 1980, Ehrlich 1961, 1965, Ehrlich et al. 1975, Ehrlich & Mur-

PHY 1987, WARREN 1987 a). Dennoch wurde in diesen Studien in der Regel ein Austausch zwischen benachbarten Kolonien über Entfernungen von bis zu einigen Kilometern festgestellt. HANSKI et al. (1994) beschreiben dagegen für *Melitaea cinxia* eine Metapopulation mit häufigem Individuenaustausch zwischen Lokalpopulationen. Aus den vorliegenden Daten zur Mobilität kann zwar auch auf eine relativ hohe Ortstreue geschlossen werden, was jedoch aufgrund der zum Teil recht hohen zurückgelegten Entfernungen einen Austausch zwischen benachbarten Populationen nicht ausschließt. Extrem seßhafte Arten zeichnen sich durch eine wesentlich geringere Mobilität aus (vergleiche FISCHER 1996, SCOTT 1974).

Die geschlechtsspezifischen Mobilitätsunterschiede stützen die Hypothese einer größeren Mobilität der ♀♀ (siehe oben; siehe auch HANSKI et al. 1994), was kausal mit der Suche nach geeigneten Eiablagepflanzen zusammenhängen könnte.

Habitatpräferenzen

Euphydryas aurinia ist bekanntlich ein Verschiedenbiotopbewohner, der sowohl feuchtes als auch trockenes Grünland besiedelt (vergleiche EBERT & RENNWALD 1991, WEIDEMANN 1995). Die Larven leben an *Succisa pratensis* beziehungsweise *Scabiosa columbaria* und *Knautia arvensis* (MAZEL 1982). Diese beiden „ökologischen Rassen" dürften ihre Entstehung einer anthropogen bedingten Verdrängung auf Grenzertragsstandorte verdanken. Die Art hat vor der umfassenden Nutzungsintensivierung vermutlich das gesamte Grünlandspektrum besiedelt und wird folgerichtig bei EBERT & RENNWALD (1991) als Art des mageren Grünlandes bezeichnet.

FASEL (1988) bezeichnet *Euphydryas aurinia* im Westerwald als Leitart wechselfeuchter Magerweiden und gibt als Larvalhabitat feuchte Rasenschmielen-Knöterich-Weiden, lückige Rotschwingelweiden und feuchte Borstgrasrasen an. Diese Angaben stimmen recht gut mit den beobachteten Habitatpräferenzen im Untersuchungsgebiet überein. Die Beschränkung auf mehr oder weniger lückige und niedrigwüchsige Vegetationsbestände dürfte in Zusammenhang mit der Larvalentwicklung stehen. Die Larven benötigen während ihrer Entwicklung Plätze zur Aufnahme von Sonnenenergie, wodurch die Verfügbarkeit von Sonnenlicht zum limitierenden Faktor werden kann (WEISS et al. 1988; siehe auch PORTER 1982). Hierdurch wird sowohl die große Anfälligkeit der Art gegenüber Düngung als auch Verbrachung (Streuakkumulation) nachvollziehbar.

Schlußfolgerungen für den Naturschutz

Auch die letzten bekannten Populationen von *Euphydryas aurinia* im Westerwald müssen als hochgradig gefährdet angesehen werden. Die Flugbiotope der hier betrachteten Population und der südlich Liebenscheid sind überwiegend aufgeforstet, weshalb beide Vorkommen (sowie das damit zusammenhängende auf der Liebenscheider Viehweide) in absehbarer Zeit erlöschen werden. Einzig das Vorkommen im NSG Fuchskaute erscheint zunächst gesichert, wobei jedoch das dauerhafte Überleben dieser isolierten Population mehr als fraglich ist. Gerade für Arten mit einer Metapopulationsstruktur sind Aussterbe- und Neubesiedlungsprozesse typisch (vergleiche HANSKI et al. 1994; siehe auch MfU & LfUG 1993 für die ehemalige Populationsstruktur im Westerwald). Ein zufälliges Erlöschen der Population infolge umweltbedingter Stochastizität wird in Zukunft mangels Besiedlungsquellen nicht mehr ausgeglichen werden können.

Die Bemühungen des Naturschutzes müssen vorrangig auf eine Sicherung der verbliebenen Populationen (Fichtenräumung, extensive Nutzung) abzielen. Weiterhin erscheint die Neuentwicklung besiedelbarer Flächen in räumlicher Nähe zu den vorhandenen Populationen dringend notwendig. Das Potential dazu bietet sich vor allem bei entsprechender Nutzung (keine Düngung, extensive Beweidung) auf den noch nicht aufgeforsteten Gemeindeviehweiden des Hohen Westerwaldes. Auch sehr magere wechselfeuchte Mähwiesen könnten vermutlich durch eine Rückverlegung des Mahdtermines für die Art deutlich aufgewertet werden. Hierzu wäre eine Flexibilisierung vorhandener Biotopsicherungsprogramme verbunden mit deutlich höheren Prämien für eine Mahd im Spätsommer/Herbst (z.B. September) wünschenswert. Bei den zur Zeit geltenden Mahdterminen (Mitte Juli) ist eine Reproduktion für *Euphydryas aurinia* vermutlich nicht möglich, da die Gespinste der Jungraupen zerstört werden.

Danksagung

Herzlich bedanken möchte ich mich bei Frau Simone DOCHNAHL (Westerburg) für die Unterstützung bei der Auswertung des Datenmaterials sowie bei der Bezirksregierung Koblenz für die Erteilung der naturschutzrechtlichen Ausnahmegenehmigung zum Fang besonders geschützter Tagfalter.

Literatur

BERGMANN, A. (1952): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands, Band 2, Tagfalter. Verbreitung, Formen und Lebensgemeinschaften. - Jena (Urania), 495 S.

BLOWER, J. G., COOK, L. M., & BISHOP, J. A. (1981): Estimating the size of animal populations. – London (Allen & Unwin), 128 S.

BROCKMANN, E. (1989): Schutzprogramm für Tagfalter in Hessen (Papilionidea und Hesperioidea). – Unveröff. Gutachten im Auftrag der Stiftung Hessischer Naturschutz. 707 S. (nicht durchlaufend numeriert), Reiskirchen.

BROWN, I. L., & EHRLICH, P. R. (1980): Population biology of the Checkerspot Butterfly *Euphydryas chalcedona*. Structure of the Jasper Ridge Colony. – Oecologia, Berlin, **47**: 239-251.

EBERT, G., & RENNWALD, E. (Hrsg.) (1991): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 2: Tagfalter II. – Stuttgart (Ulmer), 525 S.

EHRLICH, P. R. (1961): Intrinsic barriers to dispersal in checkerspot butterfly. – Science **134**: 108-109.

—— (1965): The population biology of the butterfly *Euphydryas editha*. The structure of the Jasper Ridge Colony. – Evolution **19**: 327-336.

—— (1984): The structure and dynamics of butterfly populations. – Symp. r. entomol. Soc. London **11**: 25-40.

——, LAUNER, A. E., & MURPHY, D. D. (1984): Can sex ratio be defined or determined? The case of a population of checkerspot butterflies. – American Naturalist **124**: 527-539.

——, & MURPHY, D. D. (1987): Conservation lessons from a long-term study of checkerspot butterflies. – Conservation Biology **1** (2): 122-131.

——, WHITE, R. R., SINGER, M. C., MCKECHNIE, S. W., & GILBERT, L. E. (1975): Checkerspot butterflies: a historical perspective. – Science **188**: 221-228.

FASEL, P. (1982): Beitrag zur Schmetterlingsfauna des Hohen Westerwaldes im Gebiet von Rabenscheid. – Hessische faunistische Briefe, Darmstadt, **2** (2): 30-36.

—— (1988): Faunistisch-ökologische Untersuchung eines montanen Magerweidenkomplexes im NSG Fuchskaute, Hoher Westerwald. – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Landau, **5** (1): 180-222.

FISCHER, K. (1996): Populationsstruktur, Mobilität und Habitatpräferenzen des Blauschillernden Feuerfalters *Lycaena helle* DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775 (Lepidoptera: Lycaenidae) in Westdeutschland. – Unveröff. Diplomarbeit am Fachbereich Biologie (Fachgebiet Naturschutz) der Philipps-Universität Marburg.

FORD, H. D., & FORD, E. B. (1930): Fluctuations in numbers, and its influence on variation in *Melitaea aurinia* ROTT. (Lepidoptera). – Trans. r. entomol. Soc. London **78** (2): 345-351.

HANSKI, I., KUUSSAARI, M., & NIEMINEN, M. (1994): Metapopulation structure and migration in the butterfly *Melitaea cinxia*. – Ecology **75** (3): 747-762.

HEATH, J. (1981): Threatened Rhopalocera (Butterflies) in Europe. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Württemberg **21**: 217-218.

KOCKELKE, K., HERMANN, G., KAULE, G., VERHAGEN, M., & SETTELE, J. (1994): Zur Autökologie und Verbreitung des Kreuzenzian-Ameisenbläulings, *Maculinea rebeli*. – Carolinea **52**: 93-109.

MATSUMOTO, K. (1984): Population dynamics of *Luehdorfia japonica* LEECH (Lepidoptera Papilionidae). A preliminary study on the adult population. – Res. Popul. Ecol. **26**: 1-12.

MAZEL, R. (1982): Seconde contribution expérimentale à la conaissance taxonomique et phylétique de quelques formes d'*Eurodryas aurinia* ROTTEMBURG. Intérêts biogéographique et phylétique de deux sous-espèces nouvelles d'*Eurodryas aurinia* ROTT. (Lep. Nymphalidae). – Alexanor **3**: 303-316.

MfU (MINISTERIUM FÜR UMWELT RHEINLAND-PFALZ) & LfUG (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ UND GEWERBEAUFSICHT) (1993): Planung vernetzter Biotopsysteme. Bereich Landkreis Westerwald. – 214 S., Lippstadt.

PORTER, K. (1982): Basking behaviour in larvae of the butterfly *Euphydryas aurinia*. – Oikos 38: 308-312.

PRETSCHER, P. (1984): Rote Liste der Großschmetterlinge. – In: BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W., & SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. – 4. Aufl., Kilda: Greven.

SABEL, K.-J., & FISCHER, E. (1992): Boden- und vegetationsgeographische Untersuchungen im Westerwald. – Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten, Serie D, Band **7**: 268 S.

SCOTT, J. A. (1974): Population biology and adult behaviour of *Lycaena arota* (Lycaenidae). – Journal of the Lepidopterists' Society **28**: 64-75.

—— (1975): Flight patterns among eleven species of diurnal lepidoptera. – Ecology **56**: 1367-1377.

SOUTHWOOD, T. R. E. (1976): Ecological methods, 2. Aufl. – London, New York (Chapman & Hall), 524 S.

STAMM, K. (1981): Prodomus der Lepidopteren-Fauna der Rheinlande und Westfalens. – Solingen(Selbstverlag), 229 S.

TEMPLADO, J. (1975): La regulacion natural de las poblaciones de *Euphydryas aurinia* ROTT. (Lep. Nymphalidae). – Boln. estac. cent. Ecol. **7**: 77-81.

UFFELN, K. (1908): Die Großschmetterlinge Westfalens mit besonderer Berücksichtigung der Gegenden von Warburg, Rietberg und Hagen. – 36. Jahresbericht des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst für 1907/08. Beiheft **36**: 158 S.

WARREN, M. S. (1987 a): The ecology and conservation of the Heath Fritillary Butterfly, *Melitaea athalia*. II. Adult population structure and mobility. – J. Appl. Ecol. **24**: 483-498.

—— (1987 b): The ecology and conservation of the Heath Fritillary Butterfly, *Melitaea athalia*. III. Population dynamics and the effect of habitat management. – J. Appl. Ecol. **24**: 499-513.

WATT, W. B., CHEW, F. S., SNYDER, C. R. G., WATT, A. G., & ROTHSCHILD, D. E. (1977): Population structure of pierid butterflies I. Numbers and movements of some *Colias* species. – Oecologia, Berlin, *27*: 1-22.

WEDRA, C. (1983): Hutungen und Hutewirtschaft des Hohen Westerwaldes. Entwicklung, Vegetation und Bedeutung für den Naturschutz, dargestellt am Beispiel der Metzelnheck bei Rabenscheid. – Unveröff. Diplomarbeit am Fachbereich Geographie der Universität Gießen, 131 S.

WEIDEMANN, H. J. (1995): Tagfalter beobachten, bestimmen. 2., völlig neu bearb. Aufl. – Augsburg (Naturbuch), 659 S.

WEISS, S. B., MURPHY, D. D., & WHITE, R. R. (1988): Sun, slope, and butterflies: topographic determinants of habitat quality for *Euphydryas editha*. – Ecology **69** (5): 1486-1496.

Eingang: 25. IX. 1996

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main, Oktober 1997 ISSN 0723-9912